

⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 195 19 607 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**B 65 H 23/032**  
G 01 B 11/04  
G 01 D 5/244  
// G 01 B 121:04

⑳ Aktenzeichen: 195 19 607.4  
㉔ Anmeldetag: 29. 5. 95  
㉕ Offenlegungstag: 5. 12. 96

DE 195 19 607 A 1

㉚ Anmelder:  
FMS Force Measuring Systems AG, Oberglatt, CH

㉛ Vertreter:  
Allgeier & Vetter, 79618 Rheinfelden

㉜ Erfinder:  
Inhelder, Jörg, Dipl.-Ing., Bülach, CH

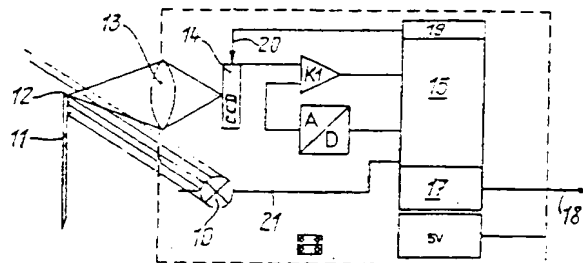
⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 39 00 928 C1  
DE 30 32 950 C2  
DE 44 20 551 A1

KRAMPE, Rudolf, HOWAH, Lothar: Online-Kontrollen von Bändern mit intelligenter Zeilenkamera. In: Bänder Bleche Rohre, H.8, 1993, S.35,36,39-41;  
LINGER, C.: System for the Digital Processing of A 2048 x 2048 PIXEL IMAGE MATRIX. In: IBM Technical Disclosure Bulletin, Vol. 25, No. 8, Jan. 1983, S.4465-4467;  
ROTH, H.D.: Aufbau und Arbeitsweise eines CCD-Zeilensensors. In: Der Elektroniker 5, 1984, S.58-60;  
SEITZ, Peter: Optische Sensoren mit eingebautem Maßstab. In: Technische Rundschau 44, 1990, S. 38-47;

⑤④ Sensor samt signalverarbeitendem Prozessor zur Erfassung der seitlichen Lage von Bahnkanten und/oder Markierungslinien bei der Ver- oder Bearbeitung von laufenden Materialbahnen

⑤⑦ Für die Regelung der seitlichen Lage laufender Materialbahnen (11) wird ein Sensor samt signalverarbeitendem Prozessor zur Erfassung der Lage von Bahnkanten und/oder Markierungslinien vorgeschlagen, bei dem von einem Bereich beidseits der Bahnkante (12) reflektierte Lichtstrahlen auf eine sich senkrecht zur Laufrichtung der Materialbahn (11) erstreckende CCD-Zeile (14) treffen. Die dabei in der Reihe lichtempfindlicher Elemente der CCD-Zeile (14) erzeugten, der Beleuchtungsstärke analogen Spannungssignale werden mit Hilfe eines Schiebetrakts entlang der CCD-Zeile (14) verschoben und am Ausgang einzeln abgegriffen und in wenigstens einem Komparator (K1) mit einem einstellbaren Schwellenwert verglichen. Am Ausgang des Komparators (K1) erscheint je nach Überschreiten oder Unterschreiten des Schwellenwertes durch die Spannungssignale der CCD-Zeile (14) ein digitales 0- oder 1-Signal, das einem Controller (15) zugeführt wird, der mit Hilfe eines Taktzählers (24) die Position des die Bahnkante (12) repräsentierenden Signalsprungs am Ausgang des Komparators (K1) in bezug auf die CCD-Zeile (14) feststellt und bei Abweichung von einem eingestellten Soll-Wert ein Korrektursignal erzeugt oder über eine bidirektionale Schnittstelle (17) in einer Regelelektronik ein Stellsignal zur Regelung der seitlichen Lage der Materialbahn (11) auslöst (Fig. 1).



DE 195 19 607 A 1

Die Erfindung betrifft einen Sensor samt signalverarbeitendem Prozessor zur Erfassung der seitlichen Lage von Bahnkanten und/oder Markierungslinien bei der Ver- oder Bearbeitung von laufenden Materialbahnen als Teil einer Regelvorrichtung zur seitlichen Ausrichtung der Materialbahn im Bahnlauf, wobei eine Lichtquelle auf einen sich beidseits der Bahnkante erstreckenden Bereich gerichtet ist und die aus diesem Bereich entsprechend dem unterschiedlichen Reflexionsgrad auf und neben der Materialbahn reflektierten Lichtstrahlen durch ein optisches System auf eine sich senkrecht zur Laufrichtung der Materialbahn erstreckende und einen Streifen beidseits der Bahnkante überdeckende CCD-Zeile zur zeilenweisen Abtastung des Bahnkantenbereichs projizierbar sind.

An laufenden Materialbahnen unterschiedlichster Art, wie Textilien, Papieren, Kunststoff- und Metallfolien und dergl., finden in automatisierten Anlagen die verschiedensten Be- und Verarbeitungsprozesse mit zunehmend höheren Anforderungen statt.

Einerseits werden die Materialien, wie Folien aus Kunststoff oder Aluminium, Papiere in jeglicher Form und Oberflächenbeschaffenheit, immer dünner und empfindlicher, andererseits sollen die Anlagen zur Produktionssteigerung immer schneller arbeiten, Ausschuß muß vermieden werden. Die gewünschte hohe Qualität des Endprodukts muß schon während des Anlaufens der Maschine ohne Makulatur erreicht werden. Dazu können Prozesse, wie Streichen, Kaschieren, Beschichten, Drucken, Schneiden, Wickeln usw., nicht unkontrolliert durchlaufen werden. Neben anderen Faktoren ist von entscheidender Bedeutung, daß die Materialbahn seitlich exakt ausgerichtet in die Bearbeitungsstation ein- und durch sie hindurchläuft. Zu diesem Zweck durchläuft die Materialbahn vor der Bearbeitungsstation einen z. B. mittels Stellzylindern um einen virtuellen Drehpunkt schwenkbaren und so die Lage der Materialbahn beeinflussenden Drehrahmen. Die Bewegung des Drehrahmens wird gesteuert durch ein Stellsignal, das gewonnen wird aus einem die aktuelle Bahnkantenlage am Auslauf des Drehrahmens als Ist-Wert wiedergebenden Meßwert im Vergleich mit einem vorgegebenen Soll-Wert. Für die Ermittlung des Ist-Wertes sind nach unterschiedlichen Prinzipien arbeitende Sensoren bekannt geworden.

Ein Sensor gemäß DE-PS 27 30 733, der mit einem von einer Sendedüse auf eine Empfangsdüse gerichteten Luftstrom arbeitet, der von der Materialbahn in Soll-Lage halb abgedeckt wird, ist nur sehr bedingt einsetzfähig, da es passieren kann, daß feines oder dünnes Folienmaterial gerade erst unter dem Einfluß des Luftstroms seine Lage ändert oder nicht mehr in der Ebene gehalten werden kann.

Nach einem anderen Vorschlag läuft die Materialbahn in ihrem Kantenbereich senkrecht durch den Strahlengang einer auf ein lichtempfindliches Element gerichteten Lichtquelle, wobei in Soll-Lage der Materialbahn die photosensitive Fläche des Elementes teilweise, vorzugsweise zur Hälfte, abgedeckt ist. Das lichtempfindliche Element liefert dann ein der Überdeckung durch die Materialbahn analoges Ausgangssignal, das mit einem Soll-Wert verglichen wird und bei einer Abweichung in der einen oder anderen Richtung ein entsprechendes Steuersignal auslöst.

Sensoren, die auf einer solchen integrierenden, analogen Kanten-erfassung beruhen, sind ganz allgemein mit

den folgenden Nachteilen behaftet:  
Sie sind zum einen sehr störanfällig.

— Helligkeitsschwankungen der Lichtquelle werden nicht als solche erkannt sondern als eine höhere oder niedrigere Überdeckung des lichtempfindlichen Elementes durch das Material und demzufolge als seitliche Abweichung der Materialbahn interpretiert.

— Ebenso wird einfallendes Fremdlicht als kleinere Überdeckung des Sensors und eine etwaige Verschmutzung des Sensors bzw. seiner Optik als stärkere Überdeckung, also als seitliche Verschiebung der Materialbahn verstanden.

— Bedruckte Bahnen mit unterschiedlichen Helligkeitswerten, aber auch unterschiedliche Materialdichten einer Bahn ergeben fehlerhafte Meßwerte.

— Des weiteren sind derartige Sensoren für den Einsatz bei transparenten bis fast glasklaren Materialien völlig ungeeignet, da der Signalhub beim Übergang vom durch das Material abgedeckten Bereich zum nicht abgedeckten Bereich der photosensitiven Fläche viel zu gering, d. h. kaum meßbar ist.

Um diese Nachteile zu umgehen, wurden für verschiedene Anwendungen verschiedene Sensoren geschaffen; diese speziellen Sensoren sind dann aber nur für eine bestimmte Applikation bzw. ein bestimmtes Material geeignet. Sie müssen vor Inbetriebnahme einer Anlage bzw. vor dem Start eines neuen Arbeitsprozesses manuell auf die jeweiligen Erfordernisse exakt eingestellt werden, was ein zeitaufwendiger Vorgang ist. Häufig wird auch eine Nachjustierung während des Betriebes nötig, was einen zeitweiligen Stillstand der Maschinen und zuvor die Produktion von Ausschußware bedeutet.

Bei bestimmten Anwendungen, z. B. dem Längsschneiden von zuvor bedruckten Papierbahnen bei der Herstellung von Büchern, wird, um einwandfreie Buchseiten in hoher Qualität zu erhalten, die Bahn nicht auf die Materialkante ausgerichtet, sondern auf eine eigens aufgedruckte Markierungslinie. Dabei können die erwähnten Sensoren, die die reflektierte oder transmittierte Lichtmenge nur integral über die ganze Erfassungsbreite messen, nicht eingesetzt werden; sie erzeugten in einem solchen oder vergleichbaren Fall keinen Signalhub an der Markierungslinie. Für eine derartige Anwendung sind nochmals spezielle Sensoren erforderlich.

Die DE-OS 37 29 982 schlägt eine Sensorvorrichtung speziell für die Bahnkantenregelung bei transparenten Materialien vor, in der drei separate Licht-Meßwege, d. h. drei Lichtquellen, drei Sensoren und drei diesen nachgeschaltete Meßverstärker vorgesehen sind. Nur einer der drei Lichtwege dient der Erfassung der Bahnkante, mit den beiden zusätzlichen Meßwegen soll die Transparenz links und rechts der Bahnkante, also des Materials selbst und auch der umgebenden Atmosphäre, die z. B. durch Schmutzteilchen oder durch Temperaturschwankungen beeinflusst sein kann, ermittelt werden. Die Ausgangssignale der drei Meßverstärker werden logisch so verknüpft, daß schließlich ein nur noch von der Lage der Bahnkante abhängiges Signal erhalten wird, mit dem sich das Stellsignal für die Lagerregelung gewinnen läßt. Diese Anordnung ist außerordentlich aufwendig, kompliziert und kostenintensiv und ganz speziell auf die Anwendung bei transparenten Materia-

lien ausgerichtet und auch nur da sinnvoll.

In der DE-OS 36 37 874 ist eine Vorrichtung zur Erfassung von Materialkanten beschrieben, die sich ebenfalls für die Anwendung bei transparenten Materialien eignen soll. Der Bahnkantenbereich wird von einer flächenhaft ausgedehnten Beleuchtungseinrichtung angestrahlt, und die reflektierten Lichtstrahlen werden über ein optisches System von einem elektrooptischen Bildsensor empfangen, der eine zur Laufrichtung der Materialbahn senkrechten, sich beidseitig der Bahnkante erstreckenden Streifen zeilenartig abtastet; dabei kann der Bildsensor eine Zeilenkamera in Form einer CCD-Zeile (charged coupled device) sein. Aufgrund der unterschiedlichen Lichtreflexion beidseitig der Bahnkante ergibt sich ein Signalsprung, aus dem in einer Auswerteschaltung ein Stellsignal zur Lageregelung der Bahnkante gewonnen werden kann. Auch diese Vorrichtung erfährt die Lage der Bahnkante auf analog integrale Weise und ist mit den oben genannten Nachteilen behaftet.

In der EP-Anmeldung 0 555 853 ist ein Verfahren beschrieben, das es ermöglicht, den lichtempfindlichen Sensor vor Inbetriebnahme der Anlage und bei jeder Änderung des zu verarbeitenden Materials auch unter Berücksichtigung etwaiger Verschmutzungen am Sensor neu zu justieren. Der Sensor wird dazu mittels einer besonderen Verstelleinrichtung aus einer Stellung ohne Überdeckung über die Materialkante bis zu einer Stellung mit 100%iger Überdeckung geführt. Dabei werden die analogen Ausgangswerte für den größten Helligkeitswert und den größten Dunkelwert und der sich daraus ergebende Mittelwert festgestellt und gespeichert. Dies geschieht einmal vor einer ersten Inbetriebnahme zur Feststellung der größtmöglichen erzielbaren Werte für eine Grundeinstellung und auf jeden Fall bei einer Änderung des Materials vor Produktionsbeginn. Der bei dem betreffenden Material festgestellte Mittelwert, der für die exakt ausgerichtete Bahnlage steht, wird mit dem der Grundeinstellung verglichen und bei einer Abweichung mittels eines Korrekturfaktors auf diesen hin verschoben, so daß die Bahnlaufregelung gemäß der Grundeinstellung weiterarbeiten kann. Diese Einstellung erfolgt bei jedem Materialwechsel und vor jedem Arbeitsbeginn. Nachjustierungen bei kontinuierlich laufender Bahnregelung sind nicht möglich, weil der Sensor eine gesonderte Bewegung machen muß. Es muß dann entweder die Anlage gestoppt werden, oder die Materialbahn muß bei abgeschalteter Bahnkantenregelung vorübergehend ungeregelt durch die Maschine laufen.

Um den Schwierigkeiten zu begegnen, die sich aus der Unterschiedlichkeit der Materialien ergeben, die einmal mehr oder weniger lichtreflektierend, einmal mehr oder weniger lichtabsorbierend sein können, schlägt die DE-OS 35 11 474 vor, für eine auf die Bahnkante einer Materialbahn gerichtete Lichtquelle zwei Empfängerteile vorzusehen, von denen einer nach dem Reflexionsprinzip der andere nach dem Lichtschrankenprinzip arbeitet und die beide ständig in Betrieb sind, so daß in jedem Fall entweder von dem einen oder von dem anderen Empfängerteil ein brauchbares Signal erhalten wird. Die Lösung erscheint unbefriedigend und aufwendig, auch löst sie die eingangs geschilderten Probleme nur zum Teil.

Um Störeinflüsse auszuschalten, schlägt die EP-Anmeldung 0 567 762 vor, bei einer nach dem Lichtschrankenprinzip arbeitenden Vorrichtung eine Vielzahl von Sende- und Empfangselementen, die sich paarweise genau gegenüberliegen, vorzusehen und diese sequentiell

und paarweise anzusteuern bzw. abzufragen. Es werden so nur parallele Lichtstrahlen genutzt und vertikale Materialschwankungen verfälschen das Messergebnis nicht. Auch Überschneidungen zwischen den einzelnen Sende- und Empfangspaaren sollen so vermieden werden.

Die DE-PS 42 36 302 beschreibt eine Vorrichtung zur seitlichen Ausregelung laufender Materialbahnen, die sich ihr Führungskriterium in Laufrichtung der Bahn über unterschiedlichen Materialien jeweils selbst sucht. Dazu wird im Aufnahmebereich eines Bild/Signal-Wandlers, der eine Video-Kamera sein kann, der gesamte Bildinhalt spaltenweise auf eine sich über die gesamte Bahnbreite erstreckende Reihe von Bildpunkten integral übertragen. Daraus ergibt sich ein Signalbild mit einem dem Bildinhalt entsprechenden Muster. Eine besonders markante Musterstelle wird als Referenzmuster abgespeichert und dient dazu, im Signalbild jeder weiteren Aufnahme die betreffende Stelle wiederzufinden. Dazu wird das Referenzmuster taktweise gegenüber dem Signalbild verschoben und für jeden Verschiebungstakt eine Ähnlichkeitsfunktion berechnet, die an der Stelle der Übereinstimmung ein Maximum hat. Die Lage dieses Maximums in der Bildpunktreihe, die aus der Taktzahl abgeleitet wird, bestimmt die Lage des Führungskriteriums und damit den Ist-Wert der Bahnlage, der in einem Regler mit einem Soll-Wert verglichen wird, woraus bei Abweichungen ein Stellsignal für die Ausrichtung der Materialbahn gebildet wird.

Die Vorrichtung ist außerordentlich aufwendig und kostenintensiv, das Verfahren kompliziert. Zur Ermittlung des Führungskriteriums und seiner Ausrichtung müssen Aufnahmen über die gesamte Breite der Materialbahn gemacht und verarbeitet werden. Allein die Kosten für die dazu notwendige Video-Kamera oder den sonstigen Bild/Signal-Wandler belaufen sich auf einige tausend DM, dabei sind die für die Verarbeitung der von der Kamera gelieferten Informationen notwendigen Zeitintervalle für schnell laufende Maschinen — Kaschiermaschinen haben eine Verarbeitungsgeschwindigkeit von derzeit etwa 1000 m/sec, Papiermaschinen von bis zu 2000 m/sec — zu lang.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen universell, bei den verschiedenartigsten Materialien einsetzbaren und sich selbsttätig einstellenden und, ohne daß eine Unterbrechung oder eine unkontrollierte Phase des Arbeitsprozesses notwendig wäre, nachjustierenden Sensor zur Erfassung der Bahnkante oder eines Markierungsstriches an laufenden Materialbahnen zu schaffen. Der Sensor soll für möglichst viele Meßaufgaben eingesetzt werden können, er soll Fehler nicht nur erkennen sondern auch richtig interpretieren und danach korrigieren helfen. Die Meßgeschwindigkeit soll möglichst hoch sein, um auch bei schnell laufenden Bahnen genau regeln zu können. Dies soll mit nicht zu hohem Aufwand und zu vertretbaren Kosten erreicht werden.

Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß die in den in einer Reihe angeordneten, lichtempfindlichen Elementen (Pixels) der CCD-Zeile durch das auftreffende Licht erzeugten, der jeweiligen Beleuchtungsstärke analogen Spannungssignale mit Hilfe eines von einem Taktgenerator erzeugten Schiebetakts über eine Schiebetaktleitung nach Art eines Schieberegisters entlang der CCD-Zeile verschiebbar und an deren Ausgang nacheinander einzeln abgreifbar sind, daß der Ausgang der CCD-Zeile mit dem einen Eingang wenigstens eines Komparators verbunden ist, an dessen zweitem Eingang

ein einstellbarer, analoger Spannungs-Schwellenwert angelegt ist, und am Ausgang des Komparators je nach Überschreiten oder Unterschreiten des Schwellenwertes durch die von den einzelnen lichtempfindlichen Elementen der CCD-Zeile stammenden, analogen Spannungssignale ein digitales 0- oder 1-Signal ansteht, das einem Controller zuführbar ist, durch den mit Hilfe eines Taktzählers die Position des den Hell/Dunkel- oder Dunkel/Hell-Übergang an der Bahnkante repräsentierenden Signalsprungs am Ausgang des Komparators in Bezug auf die CCD-Zeile feststellbar und bei Abweichung von einem eingestellten Soll-Wert ein Korrektursignal erzeugbar oder über eine schnelle, serielle, bidirektionale Schnittstelle in einer nachgeschalteten Regelelektronik ein Stellsignal zur Regelung der seitlichen Lage der Materialbahn einleitbar ist.

Durch die digitale Auswertung der einzelnen an der CCD-Zeile abgegriffenen analogen Spannungswerte wird der Bahnkantenbereich nicht nur zeilenweise sondern in den Zeilen auch punktweise abgetastet; die Auflösung hängt dabei von der Zahl der Meßpunkte, d. h. von der Zahl der lichtempfindlichen Elemente oder Pixel auf der CCD-Zeile ab. Störungen, wie die Verschmutzung des optischen Systems, Fremdlichteinfall oder Temperaturdrift, werden von dem erfindungsgemäßen Sensor als solche erkannt und kompensiert, denn sie führen zwar zu einer Verschiebung des Spannungspegels an den lichtempfindlichen Elementen der CCD-Zeile, ihre Position auf der Zeile aber bleibt erhalten und der oder die Vergleichs-Schwellenwerte können nachgeführt werden. Dasselbe geschieht, wenn sich der Reflexionsgrad der laufenden Materialbahn verändert.

Der Sensor eignet sich auch für den Einsatz bei hochtransparenten Materialien; der niedrige Kontrast auf und neben der Materialbahn führt zwar auch zu einem nur geringen Signalhub, er tritt aber auf einer ganz kleinen Breite auf und ist deshalb problemlos zu detektieren.

Alle erfaßten Informationsdaten werden von der Elektronik zentral ausgewertet, und der Sensor kann dem jeweiligen Anwendungsfall entsprechend automatisch parametrisiert werden.

Vorzugsweise ist der Schwellenwert am zweiten Eingang des Komparators durch den Controller über einen D/A-Wandler erzeugbar und verstellbar.

Bei Ausbleiben eines Signalsprungs am Ausgang des Komparators über eine ganze Abtastzeile kann durch ein Korrektursignal des Controllers wahlweise der Schwellenwert am zweiten Eingang des Komparators verschoben oder die Leistung der Lichtquelle verändert werden. Es ergeben sich somit zwei Möglichkeiten der Störungskompensation.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Ausgang der CCD-Zeile mit dem jeweils ersten Eingang von drei parallel liegenden Komparatoren verbunden, an deren jeweiligem zweiten Eingang unterschiedliche und voneinander unabhängig einstellbare analoge Spannungs-Schwellenwerte anliegen, von denen der eine mittlere den Hell/Dunkel- oder Dunkel/Hell-Übergang an der Bahnkante repräsentiert und die beiden äußeren dazu in einem Voranzeige-Abstand darüber bzw. darunter liegen. Am Ausgang jedes Komparators steht dann je nach Über- oder Unterschreiten des betreffenden Schwellenwertes durch die von den einzelnen lichtempfindlichen Elementen stammenden Spannungssignale ein digitales 0- oder 1-Signal an, und diese werden zusammen mit einem die Position auf der CCD-Zeile definierenden Zählimpuls eines Taktzählers dem

Controller zugeführt, durch welchen bei in Bezug auf die CCD-Zeile auftretenden Positionsabweichungen der Signalsprünge an den Komparatorausgängen von eingestellten Soll-Werten Korrektursignale erzeugt werden bzw. über die bidirektionale Schnittstelle in einer nachgeschalteten Regelelektronik ein Stellsignal zur Regelung der seitlichen Lage der Materialbahn eingeleitet wird.

Durch die Verwendung von drei Komparatoren, die von der zentralen Elektronik auf verschiedene Schwellenwerte eingestellt werden, wird vermieden, daß infolge eines veränderten Reflexionsgrades, von Fremdlicht oder Temperaturdrift und dergleichen, der notwendige, den Hell/Dunkel-Übergang an der Bahnkante anzeigende Signalsprung plötzlich ausbleibt; bei einer Pegeländerung wird immer zuerst einer der beiden äußeren Komparatoren keinen Übergang mehr anzeigen, die beiden anderen Komparatoren erlauben dann noch eine Kantendetektion, so daß die Schwellenwerte ohne Unterbrechung der Bahnkantenregelung nachgeführt werden können. Dies geschieht vorteilhafterweise, indem die Schwellenwerte der Komparatoren bei einem ausbleibenden Signalsprung am Ausgang eines der beiden Komparatoren mit den äußeren Schwellenwerten unabhängig voneinander vom Controller über den D/A-Wandler verschoben werden können.

Es kann aber auch in dieser Ausführungsform der Erfindung bei ausbleibendem Signalsprung am Ausgang eines der beiden Komparatoren mit den äußeren Schwellenwerten die Leistung der Lichtquelle nach Bedarf vom Controller über eine Steuerleitung erhöht oder reduziert werden.

Vorzugsweise sind die Ausgänge der drei Komparatoren einerseits mit einem Daten-Speicher und andererseits mit einer Vor-Auswertelektronik verbunden, in der in Vergleichsgattern jedes Ausgangssignal  $n$  eines jeden Komparators mit dem jeweils unmittelbar vorausgehenden, in Kurzzeitspeichern gespeicherten Ausgangssignal  $n-1$  verglichen wird; die Ausgänge der Vergleichsgatter sind mit einem Logikbaustein verbunden, der nur bei einem auftretenden Signalsprung einen Speicherbefehl an den Datenspeicher abgibt, wonach der Signalsprung und mit Hilfe des vom Taktzähler stammenden Taktimpulses auch seine Position in Bezug auf die CCD-Zeile gespeichert und an den Controller weitergeleitet wird. Es erfolgt so eine Informationsverdichtung, so daß nur noch die für die Bahnkantenregelung tatsächlich erforderlichen Informationen gespeichert und über die Schnittstelle übertragen werden müssen, was eine entsprechend hohe Dynamik für die Regelung ergibt.

Dadurch daß der von dem Taktgenerator erzeugte und über eine Schiebetaktleitung an die CCD-Zeile angelegte Schiebetakt vorzugsweise eine Frequenz von 2 MHz hat und auf der CCD-Zeile sich als Meßpunkte in einer Reihe quer zur Materialbahn 2048 lichtempfindliche Elemente (Pixels) befinden, kann am Ausgang der CCD-Zeile pro Millisekunde ein neuer Zeilensatz an Spannungssignalen zur Verfügung stehen.

Die Brennweite des optischen Systems ist vorzugsweise so gewählt, daß die Bahnkante durch die an ihr reflektierten Lichtstrahlen exakt auf eines der lichtempfindlichen Elemente der CCD-Zeile abgebildet wird; dies gewährleistet eine hohe Präzision der Bahnkanten-erfassung.

Die Lichtquelle und das optische System können vorteilhaft im Gehäuse des Sensors integriert sein.

Die Lichtquelle ist vorzugsweise eine Halogenlampe;

neben ihrem relativ guten Wirkungsgrad hat die Halogenlampe noch die Vorteile, daß sie ein hochfrequentes, weißes Licht aussendet, für welchen Frequenzbereich ein CCD-Sensor besonders empfindlich ist, und daß sie aufgrund ihrer trägen Reaktionsweise auch im getakten Betrieb ein konstantes Licht aussendet.

Zur Erfassung einer auf der Materialbahn aufgedruckten Markierungslinie können infolge der punktuellen Abtastung mit demselben Sensor drei Hell/Dunkel- bzw. Dunkel/Hell-Übergänge festgestellt werden, nämlich der an der Bahnkante und in gleichbleibendem Abstand dazu die beiden an der Markierungslinie, wodurch deren Erfassung eindeutig und von Fehlern der Materialbahn unterschieden wird. Ein besonderer Sensor für diesen Anwendungsfall ist nicht notwendig.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der anhängenden Zeichnungen beispielhaft genauer beschrieben.

Fig. 1 zeigt das Blockschaltbild einer ersten einfachen Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 zeigt das Blockschaltbild einer verbesserten und bevorzugten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 3 veranschaulicht in einem Diagramm die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Sensors nach der bevorzugten Ausführungsform gemäß Fig. 2.

Wie in Fig. 1 schematisch dargestellt, ist eine leistungsstarke Lichtquelle 10 auf einen begrenzten Bereich beidseits der Kante 12 einer exakt ausgerichtet zu führenden Materialbahn 11 gerichtet. Aus diesem Bereich reflektierte Lichtstrahlen werden durch ein optisches System 13 auf eine CCD-Zeile (charged coupled device) 14 projiziert, deren Ausgang mit dem einen Eingang eines Komparators K1 verbunden ist, der an seinem zweiten Eingang von dem Mikro-Controller 15 über einen 8-bit DA-Wandler 16 einen analogen Schwellenwert zugeführt erhält. Es ist ohne weiteres zu erkennen, daß Lichtstrahlen hauptsächlich bzw. ausschließlich von dem auf der Materialbahn 11 liegenden Teilbereich reflektiert werden, während aus dem zwar im Strahlengang der Lichtquelle 10 aber neben der Materialbahn 11 liegenden Teilbereich nur wenige oder gar keine Lichtstrahlen (etwa Fremdlicht) die CCD-Zeile 14 erreichen. Der Ausgang des Komparators K1 ist mit dem Mikro-Controller 15 verbunden, dieser kommuniziert über eine serielle bidirektionale Schnittstelle 17 und die Verbindung 18 mit der (in der Zeichnung nicht wiedergegebenen) Regelelektronik, die im Bedarfsfall ein Stellsignal zur Ausrichtung der Materialbahn 11 abgibt.

Die CCD-Zeile 14 besteht aus einer Vielzahl (z. B. 2048) in einer Reihe quer zur Laufrichtung der Materialbahn 11 angeordneten lichtempfindlichen Elementen oder Pixles, die Meßpunkte bilden, in denen durch das auftreffende Licht der jeweiligen Lichtstärke analoge Signale in Form von Ladungspaketen erzeugt und vorübergehend gespeichert werden. Diese Ladungspakete werden durch einen von einem Taktgenerator 19 über eine Schiebeteaktleitung 20 zugeführten Schiebeteakt von z. B. 2 MHz taktweise nach Art eines Schieberegisters in der CCD-Zeile 14 verschoben, bis sie diese an ihrem Ausgang nacheinander als analoge Ausgangsspannungssignale verlassen, d. h. dem Komparator K1 an dessen einem Eingang zugeführt werden, um in diesem mit dem über den D/A-Wandler 16 eingestellten Schwellenwert verglichen zu werden. Die CCD-Zeile 14 tastet so die vorbeilaufende Materialbahn 11 in ihrem Kantenbereich zeilenweise ab und liefert im Schiebeteakt kontinuierlich analoge Spannungssignale, d. h. bei einem Schiebeteakt von 2 MHz und 2048 Meßpunkten

oder Pixies auf der CCD-Zeile 14 steht nach ca. jeder Millisekunde ein Zeilensatz neuer Werte bereit; die Abtastung erfolgt also mit einer dementsprechend hohen Auflösung.

Die Ausgangssignale der CCD-Zeile 14 werden im Komparator K1 sofort digitalisiert, und auch die weitere Auswertung erfolgt durchgängig digital, einschließlich der Schnittstelle 17 zu dem zentralen Auswertungsgerät. So erhält man schon am Komparator K1 eine Datenkomprimierung von 8 bit auf 1 bit, und es können alle erfaßten Informationen zentral ausgewertet werden, und der Sensor kann, wie weiter unten noch erläutert wird, vom Auswertungsgerät für die jeweilige Anwendung parametrisiert werden.

Für die Meßpunkte, an denen die CCD-Zeile 14 über das optische System 13 Lichtstrahlen aus dem außerhalb der Materialbahn 11 liegenden Teilbereich der Abtastzeile erhält, werden die an der CCD-Zeile 14 erhaltenen Ausgangssignale unterhalb des am Komparator K1 eingestellten Schwellenwertes liegen, und am Ausgang des Komparators K1 wird ein digitales 0-Signal anstehen; für die Meßpunkte im Überdeckungsbereich, an denen die CCD-Zeile 14 über das optische System 13 von der Materialbahn 11 reflektierte Lichtstrahlen erhält, werden die erhaltenen Ausgangssignale diesen Schwellenwert erreichen oder überschreiten, und am Ausgang des Komparators K1 wird ein digitales 1-Signal anstehen und dem Mikro-Controller 15 zugeführt. Mit Hilfe eines in Fig. 1 nicht dargestellten Taktzählers läßt sich feststellen und festhalten, bei welchem Takt, d. h. an welchem Meßpunkt der CCD-Zeile 14 der Übergang stattgefunden hat, womit dann auch die aktuelle Position der Bahnkante 12 feststeht. Bei einer Abweichung dieses Positionswertes vom vorgegebenen Soll-Wert löst der in der Zeichnung nicht dargestellte Regler ein Stellsignal zur Korrektur der seitlichen Lage der Materialbahn 11 aus.

Da bei dem erfindungsgemäßen Sensor die Lichtstrahlen nicht parallel auf die CCD-Zeile 14 auftreffen, sondern nach dem Reflexionsgesetz reflektierte Lichtstrahlen durch das optische System 13 auf die CCD-Zeile 14 abgebildet werden, vollzieht sich der der Bahnkante 12 entsprechende Übergang nicht in einem einzigen exakten Ladungssprung von einem Meßpunkt der CCD-Zeile zum anderen oder von einem Schiebeteakt zum nächsten, sondern infolge einer gewissen Lichtstreuung ändert sich die hervorgerufene Ladungsmenge in mehreren Schritten über mehrere Meßpunkte. Es ist deshalb vorteilhaft die Brennweite des optischen Systems 13 so zu wählen, daß die Bahnkante 12 in ihrer dem Schwellenwert entsprechenden Soll-Position exakt auf einen bestimmten Meßpunkt der CCD-Zeile 14 abgebildet wird und so ein exakter Signalsprung am Komparator K1 erhalten wird.

Sollte z. B. bei einem Materialwechsel und sich daraus ergebenden veränderten Reflexionseigenschaften zunächst über die gesamte CCD-Zeile 14 kein Übergang festgestellt werden können, so wird vom Controller 15 auf Anregung über die Schnittstelle 17 hin der Schwellenwert oder die Lichtintensität der Lichtquelle solange verändert, bis eine Kante oder auch ein Markierungsstrich gefunden ist. Gelingt dies nicht, wird über die Schnittstelle 17 ein Fehlersignal gesendet. Auf dieselbe Weise wird beispielsweise auch eine Verschiebung der Spannungspegel der einzelnen CCD-Elemente infolge einer Temperaturdrift automatisch ausgeglichen.

Als Lichtquelle 10 wird vorzugsweise eine Halogenlampe eingesetzt; sie hat einen relativ guten Wirkungs-

grad und spendet ein weißes Licht, auf dessen Frequenzbereich ein CCD besonders empfindlich reagiert, und aufgrund ihrer trägen Reaktionsweise sendet sie auch im getakteten Betrieb ein konstantes Licht aus. Außerdem ist die Leistung der Lichtquelle 10 bzw. der Halogenlampe vom Controller 15 über eine Steuerleitung 21 steuerbar; wenn z. B. infolge von Verschmutzung des optischen Systems 13 der Lichteinfall geringer wird, so bewirkt dies zunächst eine Verschiebung des Spannungspegels der CCD-Elemente; die digital abgefragte Position des Übergangs bleibt jedoch exakt erhalten und die Pegelverschiebung kann durch eine gesteuerte Leistungssteigerung der Lichtquelle 10 ausgeglichen werden, so daß der Schwellenwert des Komparators K1 wieder exakt an der Stelle des Übergangs erreicht wird. Umgekehrt kann eine Verschiebung des Spannungspegels durch Fremdlichteinfall in entgegengesetzter Richtung durch eine gesteuerte Reduzierung der Lichtquellen-Leistung kompensiert werden.

Die Lichtquelle 10 und das optische System 13 sind in das Gehäuse des Sensors, das in Fig. 1 durch eine strichlierte Linie angedeutet ist, integriert.

Mit dieser einfacheren erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung gemäß Fig. 1 ist die Erfassung der Bahnkante oder eines z. B. aufgedruckten Markierungsstrichs für die nachfolgende Bahnkantenregelung bereits möglich, es besteht allerdings noch insofern eine gewisse Unsicherheit, als, wie oben bereits erwähnt, sich die Licht- oder Reflexionsverhältnisse derart ändern können, daß die Spannungsamplitude am Ausgang der CCD-Zeile 14 für den den Übergang repräsentierenden Meßpunkt den zuvor am Komparator K1 eingestellten Schwellenwert nicht mehr erreicht und so, wenngleich die Position erhalten bleibt, die Bahnkantenregelung kurzzeitig ausfällt, bis der Schwellenwert, wie oben beschrieben, durch den Controller 15 nachgeführt, d. h. neu eingestellt ist. Eine solche, wenn auch nur kurze Unterbrechung kann besonders bei den erwähnten schnell laufenden Maschinen von entscheidendem Nachteil sein. Es ist somit wünschenswert, beim zeilenweisen Abtasten des Bahnkantenbereichs jeweils eine Voranzeige für das Erreichen der Bahnkante 12 aus beiden Richtungen zu erhalten, damit rechtzeitig eine etwa erforderliche Nachführung des Schwellenwertes eingeleitet werden kann und keine Unterbrechung des Regelvorganges eintritt.

Dies leistet die bevorzugte, zweite Ausführungsform der Erfindung gemäß dem Blockschaltbild in Fig. 2; gleiche Teile sind darin mit den gleichen Bezugszahlen wie in Fig. 1 bezeichnet.

Dargestellt ist wiederum die in ihrer Leistung nach Anregung von der Regelelektronik bzw. der Schnittstelle 17 über eine Steuerleitung 21 vom Controller 15 steuerbare Lichtquelle 10, die wiederum bevorzugt eine Halogenlampe ist, und die CCD-Zeile 14, auf die über ein optisches System die aus dem Kantenbereich der Materialbahn reflektierten Lichtstrahlen treffen. (Die Materialbahn und das optische System sind in Fig. 2 nicht dargestellt.) Über die Schiebetaktleitung 20 wird die CCD-Zeile 14 vom Taktgenerator 19 mit dem Schiebetakt von vorzugsweise 2 MHz angesteuert. Die CCD-Zeile 14 ist verbunden mit einer Abtast- und Haltevorrichtung 22, die die von den Meßpunkten der CCD-Zeile 14 stammenden, analogen Spannungssignale vorübergehend speichert und weiterleitet an den jeweils ersten Eingang von in dieser Ausführungsform drei parallel liegenden Komparatoren K1, K2, K3, die über den D/A-Wandler 16 an ihrem zweiten anderen Eingang unabhängig voneinander

der einstellbare, unterschiedliche und vom Controller 15 überwachbare Schwellenwerte zugeführt erhalten. Im Falle des einen Komparators K1 ist dies, wie in der Ausführungsform nach Fig. 1, der den Soll-Wert der seitlichen Bahnkantenlage repräsentierende Schwellenwert 1, die Schwellenwerte 2 und 3 der beiden anderen Komparatoren K2 und K3 liegen um einen Sicherheits- oder Voranzeigebstand darunter bzw. darüber (siehe dazu Fig. 3). Die drei Komparatoren K1, K2, K3 liefern an ihren Ausgängen für jeden Meßpunkt oder jedes Pixel der CCD-Zeile 14 ein digitales 0- oder 1-Signal, je nachdem ob der betreffende Schwellenwert von dem aktuell zugeführten Spannungssignal unter- oder überschritten wird. Beim Hell/Dunkel-Übergang von der Materialbahn auf den Hintergrund vollzieht das von der CCD-Zeile 14 zugeführte Spannungssignal an den Komparatoreingängen einen Intensitätssprung, der die Komparatorausgänge kurz nacheinander von 0- auf 1-Signal springen läßt; das Entsprechende geschieht bei einem Dunkel/Hell-Übergang in umgekehrter Richtung, d. h. an den Komparatorausgängen springt dann das Signal jeweils von 1 auf 0.

In Fig. 3 ist dies in zwei Diagrammen schematisch dargestellt. Im oberen Diagramm sind auf der Horizontalen die Meßpunkte oder Pixel der CCD-Zeile 14 aufgetragen, auf der Vertikalen die analogen Spannungswerte der einzelnen Meßpunkte, mit 1, 2, und 3 sind die Schwellenwerte der Komparatoren K1, K2, K3 angegeben. Der Bereich a auf der Horizontalen entspricht dem Teilbereich der Meßzeile außerhalb der Materialbahn, der Bereich b markiert den Übergang an der Bahnkante, in dem nacheinander die Komparatorschwellen erreicht werden, der Bereich c entspricht dem Überdeckungsbereich von Materialbahn und CCD-Zeile 14. Im unteren Diagramm der Fig. 3 ist der an den Ausgängen der Komparatoren K1, K2, K3 bei Erreichen der Schwellenwerte im Übergangsbereich jeweils auftretende Signalsprung dargestellt.

Die Ausgänge der Komparatoren K1, K2, K3 sind mit einem Speicher 23 verbunden, in dem die Hell/Dunkel- bzw. Dunkel/Hell-Übergänge zusammen mit der durch einen Taktzähler 24 mit Hilfe des Schiebetakts ermittelten Position auf der CCD-Zeile 14 gespeichert werden. Er kommuniziert mit dem Controller 15 und dieser über die serielle bidirektionale Schnittstelle 17 und die Verbindung 18 mit der zentralen Regelelektronik.

Im Normalbetrieb wird nur der Hell/Dunkel-Übergang an der Bahnkante, der dem mittleren Schwellenwert 1 des Komparators K1 entspricht, detektiert und seine Position an die zentrale Regelelektronik übermittelt, die ihrerseits feststellt, ob die Position der Bahnkante dem Soll-Wert entspricht und bei Abweichung ein Stellsignal abgibt. Die beiden zusätzlichen Komparatoren K2 und K3, die auf den oberen und unteren Schwellenwert 2 und 3 eingestellt sind, liefern dabei an die Regelelektronik eine Voranzeige für den bevorstehenden Bahnkanten-Übergang aus der einen oder anderen Richtung. So kann vermieden werden, daß infolge sich ändernder Reflexionsverhältnisse, z. B. bei Materialwechsel, durch einfallendes Fremdlicht oder andere Einflüsse, und die sich daraus ergebende Verschiebung der Spannungspegel an den Meßpunkten der CCD-Zeile 14 der für die Erfassung der Bahnkante notwendige Hell/Dunkel-Übergang plötzlich ausbleibt und demzufolge die Regelung vorübergehend ausfällt. Bei einer Signalpegeländerung wird immer zuerst eine der beiden äußeren Schwellenwerte 2 und 3 nicht mehr erreicht, und der betreffende Komparator K2, K3 zeigt somit keinen

Übergang mehr an. Die Regelung wird aber durch den Komparator K1 mit dem mittleren Schwellenwert 1 weiter aufrechterhalten, und es bleibt genügend Zeit, um bei Ausbleiben des Übergangs-Signals einer der beiden äußeren Komparatoren K2 oder K3 die Schwellenwerte durch die zentrale Regelelektronik den geänderten Verhältnissen entsprechend neu einzustellen. Die Bahnkantenregelung wird nicht unterbrochen, sondern kann kontinuierlich weitergeführt werden. Genauso kann auch die Leistung der Lichtquelle geänderten Verhältnissen entsprechend, z. B. bei Verschmutzung am optischen System, gesteuert werden, bevor die Bahnkantenregelung ausfällt. Außerdem besteht die Möglichkeit, den Benutzer über ein geeignetes Interface auf die Veränderung aufmerksam zu machen und z. B. zur Reinigung des optischen Systems aufzufordern.

Folgende Reaktionsmöglichkeiten des erfindungsgemäßen CCD-Sensors bei veränderten Bedingungen sind möglich:

- die Reflexion von der Materialbahn wird um soviel schwächer, daß der Komparator K3 mit dem oberen Schwellenwert 3 keinen Übergang mehr findet; daraufhin wird die von der Lichtquelle 10 ausgehende Lichtstärke erhöht bzw. der Schwellenwert 3 über den Controller 15 abgesenkt, bis der Komparator K3 wieder ansprechen kann;
- die Reflexion von der Materialbahn wird um soviel stärker, daß der Komparator K2 mit dem unteren Schwellenwert 2 keinen Übergang mehr findet; daraufhin wird die von der Lichtquelle 10 ausgehende Lichtstärke verringert bzw. der Schwellenwert 2 über den Controller 15 angehoben, bis der Komparator K2 wieder ansprechen kann;
- die Verschmutzung am optischen System wird größer, die Intensität des reflektierten Lichts wird demzufolge kleiner, und der Komparator K3 mit dem oberen Schwellenwert 3 findet keinen Übergang mehr; die Lichtstärke der Lichtquelle 10 wird erhöht bzw. der Schwellenwert 3 des Komparators K3 abgesenkt;
- durch einen hohen Fremdlichtanteil wird die CCD-Zeile 14 übersteuert, der Komparator 2 mit dem unteren Schwellenwert 2 findet keinen Übergang mehr; die Lichtstärke der Lichtquelle 10 wird verringert bzw. der Schwellenwert 2 des Komparators K2 angehoben.

Wie bereits in bezug auf Fig. 1 erwähnt, liefert die CCD-Zeile 14 mit der Frequenz des Schiebetrakts (im Beispiel 2 MHz) kontinuierlich analoge Signale, die alle an jedem Komparatorausgang K1, K2, K3 ein digitales 0- oder 1-Signal auslösen. Von Interesse für die Bahnkantenregelung ist aber nur der jeweilige Signalsprung im Übergangsbereich der Bahnkante, nicht die gleichbleibenden Signale im Überdeckungsbereich der Materialbahn oder im Hintergrundbereich. Um den Speicher 23 und die nachfolgende Elektronik nicht mit unnötigen Informationssignalen zu überschwemmen, findet erfindungsgemäß eine Vor-Auswertung der Informationssignale im Sensor statt. Dazu wird jedes von den Komparatoren K1, K2, K3 kommende digitale Signal mit dem unmittelbar vorhergehenden verglichen. Jedes von einem der Komparatoren K1, K2, K3 kommende Ausgangssignal n wird dem einen Eingang eines Vergleichsgatters 25 zugeführt, an dessen anderem Eingang das unmittelbar vorhergehende Ausgangssignal n-1 dessel-

ben Komparators K1, K2, K3 ansteht, das in einem Kurzzeitspeicher 26 für die Dauer des folgenden Schiebetrakts gespeichert wurde. Nur wenn im Vergleichsgatter 25 eine Änderung des Ausgangssignals n zum vorhergehenden Ausgangssignal n-1 festgestellt wird, gibt die nachfolgende Logikschaltung 27 einen Speicherbefehl an den Speicher 23 ab, in dem dann diese den Übergang von Hell nach Dunkel oder von Dunkel nach Hell an der Bahnkante (vor-)anzeigenden Signale zusammen mit dem Positionssignal vom Taktzähler 24 gespeichert und zur weiteren Auswertung an den Controller 15 und die Schnittstelle 17 weitergeleitet werden, damit bei einer seitlichen Abweichung der Bahnkante ein Stellsignal abgegeben werden kann. Es findet so eine Verdichtung der Information von beispielsweise 2048 auf 3 Einheiten pro Abtastzeile statt (entsprechend der Pixelzahl der CCD-Zeile 14), und es müssen nur noch verhältnismäßig wenige Daten im Speicher 23 gespeichert und über die Schnittstelle 17 übertragen werden; dies ergibt eine entsprechend hohe Dynamik für die Regelung und erlaubt die Verwendung eines Speichers mit geringerer Speicherkapazität.

Der erfindungsgemäße Sensor ist universell einsetzbar; er kann, wie dargelegt, auf ganz unterschiedliche Materialien mit ganz unterschiedlichen Reflexionseigenschaften eingestellt werden. Der Einsatz von zwei Sensoren beidseits der Materialbahn 11 erlaubt es, die Position der Bahnmitte zu regeln. Die Sensoren sind vorteilhaft über Steckkontakte mit der Regelelektronik verbindbar, und diese ist mittels Knopfdruck auf Bahnkantenregelung rechts oder links oder Bahnmittenregelung umschaltbar.

Wegen seines hohen Auflösungsvermögens gestattet der erfindungsgemäße Sensor auch die Regelung der seitlichen Lage einer Materialbahn 11 nach einer aufgetragenen Markierung, z. B. einem aufgedruckten Markierungsstrich oder einer Bildkante. Dazu werden nach der Erfindung an den Komparatoren K1, K2, K3 jeweils drei Übergänge erfaßt; in Fig. 3 ist dies schematisch dargestellt. Neben der Erfassung des Übergangs an der Bahnkante (Bereich c des Diagramms in Fig. 3), stellt der Sensor in jeder Abtastzeile am Markierungsstrich noch zwei weitere Übergänge, einen von hell nach dunkel und einen von dunkel nach hell fest, denn im Bereich des Markierungsstriches wird das auftretende Licht deutlich weniger reflektiert als von der übrigen Fläche der Materialbahn 11. Wenn in einer Zeile in gleichbleibendem Abstand zueinander die drei Übergänge festgestellt sind, zeigt dies die seitliche Lage des Markierungsstriches an, und die Regelung kann danach erfolgen. Indem neben den beiden Übergängen am Markierungsstrich selbst auch der der Bahnkante miteinbezogen wird, eben nacheinander drei Übergänge festgestellt werden, wird gewährleistet, daß tatsächlich der Markierungsstrich erfaßt wurde und nicht etwa eine Fehlerstelle im Material. Wegen der hohen Zeilenfrequenz des erfindungsgemäßen Sensors, wie oben erwähnt, kann pro Millisekunde ein neuer Wertesatz bereitgestellt werden, was die Regelung der Materialbahnlage nicht, wenn der Markierungsstrich einmal fehlerhaft eine kurze Unterbrechung oder einen sonstigen Fehler aufweist.

Die Regelung nach dem Markierungsstrich ist ebenfalls vorzugsweise per Knopfdruck an der Regelelektronik wählbar.

Bezugszeichenliste

1 Schwellenwert



2	Schwellenwert	71
3	Schwellenwert 4	72
5		73
6		74
7		5 75
8		76
9		77
10	Lichtquelle	78
11	Materialbahn	79
12	Bahnkante	10 80
13	optisches System	81
14	CCD-Zeile	82
15	Mikro-Controller	83
16	D/A-Wandler	84
17	bidirekt. Schnittstelle	15 85
18	Verbindung zum Regler	86
19	Taktgenerator	87
20	Schiebetaktleitung	88
21	Steuerleitung	89
22	Abtast- u. Haltevorricht.	20 90
23	Speicher	91
24	Taktzähler	92
25	Vergleichs-Gatter	93
26	Kurzzeitspeicher	94
27	Logikbaustein	25 95
28	Vor-Auswerteelektronik	96
29		97
30		98
31		K1 Komparatoren
32		30 K2 Komparatoren
33		K3 Komparatoren
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		
64		
65		
66		
67		
68		
69		
70		

## Patentansprüche

- 35 1. Sensor samt signalverarbeitendem Prozessor zur Erfassung der seitlichen Lage von Bahnkanten und/oder Markierungslinien bei der Ver- oder Bearbeitung von laufenden Materialbahnen als Teil einer Regelvorrichtung zur seitlichen Ausrichtung der Materialbahn im Bahnlauf, wobei eine Lichtquelle auf einen sich beidseits der Bahnkante erstreckenden Bereich gerichtet ist und aus diesem Bereich entsprechend dem unterschiedlichen Reflexionsgrad auf und neben der Materialbahn reflektierte Lichtstrahlen durch ein optisches System auf eine sich senkrecht zur Laufrichtung der Materialbahn erstreckende und einen Streifen beidseits der Bahnkante überdeckende CCD-Zeile zur zeilenweisen Abtastung des Bahnkantenbereichs projizierbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß die in den in einer Reihe angeordneten, lichtempfindlichen Elementen (Pixels) der CCD-Zeile (14) durch das auftreffende Licht erzeugten, der jeweiligen Beleuchtungsstärke analogen Spannungssignale mit Hilfe eines von einem Taktgenerator (19) erzeugten Schiebetakts über eine Schiebetaktleitung (20) nach Art eines Schieberegisters entlang der CCD-Zeile (14) verschiebbar und an deren Ausgang nacheinander einzeln abgreifbar sind, daß der Ausgang der CCD-Zeile (14) mit dem ersten Eingang wenigstens eines Komparators (K1) verbunden ist, an dessen zweitem Eingang ein einstellbarer, analoger Spannungs-Schwellenwert angelegt ist, und am Ausgang des Komparators (K1) je nach Überschreiten oder Unterschreiten des Schwellenwertes durch die von den einzelnen lichtempfindlichen Elementen der CCD-Zeile (14) stammenden, analogen Spannungssignale ein digitales 0- oder 1-Signal an-



steht, das einem Controller (15) zuführbar ist, durch den mit Hilfe eines Taktzählers (24) die Position des den Hell/Dunkel- oder Dunkel/Hell-Übergang an der Bahnkante (12) repräsentierenden Signalsprungs am Ausgang des Komparators (K1) in Bezug auf die CCD-Zeile (14) feststellbar und bei Abweichung von einem eingestellten Soll-Wert ein Korrektursignal erzeugbar oder über eine schnelle, serielle, bidirektionale Schnittstelle (17) in einer nachgeschalteten Regelelektronik ein Stellsignal zur Regelung der seitlichen Lage der Materialbahn (11) einleitbar ist.

2. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwellenwert am zweiten Eingang des Komparators (K1) durch den Controller (15) über einen D/A-Wandler (16) erzeugbar und verstellbar ist.

3. Sensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei Ausbleiben eines Signalsprungs am Ausgang des Komparators (K1) über eine ganze Abtastzeile durch ein Korrektursignal des Controllers (15) der Schwellenwert am zweiten Eingang des Komparators (K1) verschiebbar oder die Leistung der Lichtquelle (10) veränderbar ist.

4. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausgang der CCD-Zeile (14) mit dem jeweils ersten Eingang von drei parallel liegenden Komparatoren (K1, K2, K3) verbunden ist, an deren jeweiligem zweiten Eingang unterschiedliche und voneinander unabhängig einstellbare analoge Spannungsschwellenwerte (1, 2, 3) anliegen, von denen der eine mittlere (1) den Hell/Dunkel- oder Dunkel/Hell-Übergang an der Bahnkante (12) repräsentiert und die beiden äußeren (2, 3) dazu in einem Voranzeige-Abstand darüber bzw. darunter liegen, und daß am Ausgang jedes Komparators (K1, K2, K3) je nach Über- oder Unterschreiten des betreffenden Schwellenwertes (1, 2, 3) durch die von den einzelnen lichtempfindlichen Elementen stammenden Spannungssignale ein digitales 0- oder 1-Signal ansteht und diese zusammen mit einem die Position auf der CCD-Zeile (14) definierenden Zählimpuls des Taktzählers (24) dem Controller (15) zuführbar sind, durch welchen bei in Bezug auf die CCD-Zeile (14) auftretenden Positionsabweichungen der Signalsprünge an den Komparatorausgängen von eingestellten Soll-Werten Korrektursignale erzeugbar sind bzw. über die bidirektionale Schnittstelle (17) in einer nachgeschalteten Regelelektronik ein Stellsignal zur Regelung der seitlichen Lage der Materialbahn (11) einleitbar ist.

5. Sensor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwellenwerte (1, 2, 3) der Komparatoren (K1, K2, K3) bei einem ausbleibenden Signalsprung am Ausgang eines der beiden Komparatoren (K2, K3) mit den äußeren Schwellenwerten (2, 3) unabhängig voneinander vom Controller (15) über den D/A-Wandler (16) verschiebbar sind.

6. Sensor nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei ausbleibendem Signalsprung am Ausgang eines der beiden Komparatoren (K2, K3) mit den äußeren Schwellenwerten (2, 3) die Leistung der Lichtquelle (10) nach Bedarf vom Controller (15) über eine Steuerleitung (21) steuerbar oder reduzierbar ist.

7. Sensor nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgänge der drei Komparatoren (K1, K2, K3) einerseits mit einem

Daten-Speicher (23) und andererseits mit einer Vor-Auswerteelektronik (28) verbunden sind, in der in Vergleichsgattern (25) jedes Ausgangssignal  $n$  eines jeden Komparators (K1, K2, K3) mit dem jeweils unmittelbar vorausgehenden, in Kurzzeitspeichern (26) gespeicherten Ausgangssignal  $n - 1$  vergleichbar ist, und daß die Ausgänge der Vergleichsgatter (25) mit einem Logikbaustein (27) verbunden sind, der nur bei einem auftretenden Signalsprung einen Speicherbefehl an den Datenspeicher (23) abgibt, wonach der Signalsprung und seine Position in Bezug auf die CCD-Zeile (14) mit Hilfe des vom Taktzähler (24) stammenden Taktimpulses speicherbar und an den Controller (15) weiterleitbar ist.

8. Sensor nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der von dem Taktgenerator (19) erzeugte und über eine Schiebeteaktleitung (20) an die CCD-Zeile (14) angelegte Schiebeteakt eine Frequenz von 2 MHz hat.

9. Sensor nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich auf der CCD-Zeile (14) in einer Reihe quer zur Materialbahn (11) 2048 lichtempfindliche Elemente (Pixels) als Meßpunkte befinden.

10. Sensor nach den Ansprüchen 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß am Ausgang der CCD-Zeile (14) pro Millisekunde ein neuer Zeilensatz an Spannungssignalen abgreifbar ist.

11. Sensor nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennweite des optischen Systems (13) so gewählt ist, daß die Bahnkante (12) durch die an ihr reflektierten Lichtstrahlen exakt auf eines der lichtempfindlichen Elemente der CCD-Zeile (14) abgebildet wird.

12. Sensor nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle (10) und das optische System (13) im Gehäuse des Sensors integriert sind.

13. Sensor nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle (10) eine Halogenlampe ist.

14. Sensor nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erfassung einer auf der Materialbahn (11) aufgedruckten Markierungslinie oder einer Bildkante drei Hell/Dunkel- bzw. Dunkel/Hell-Übergänge feststellbar sind.

15. Sensor nach einem der Ansprüche 4 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß bei ausbleibendem Signalsprung an einem der Komparatoren (K2, K3) mit den äußeren Schwellenwerten (2, 3) ein Anzeigesignal erzeugbar ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

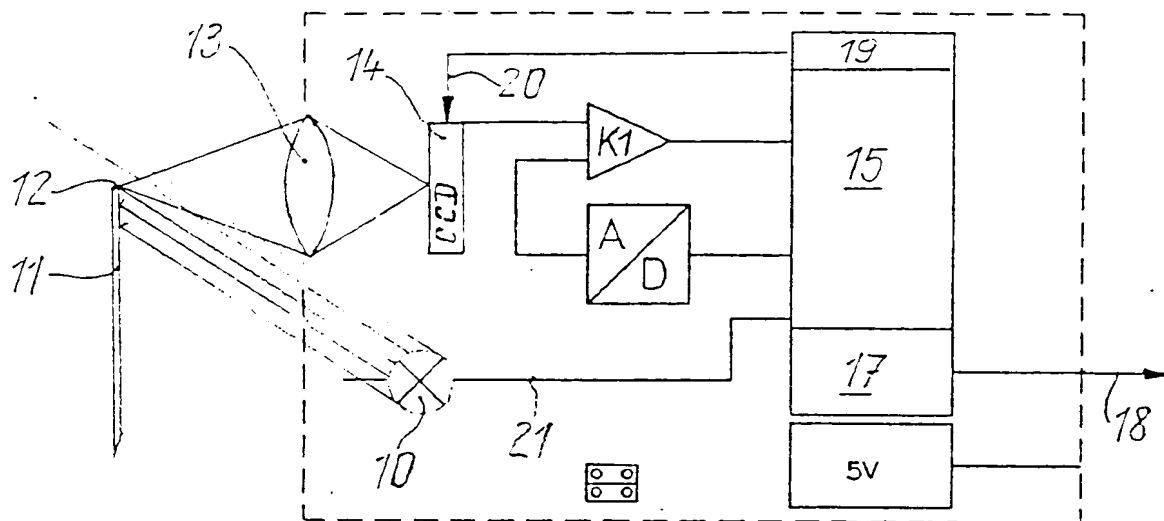


Fig. 1

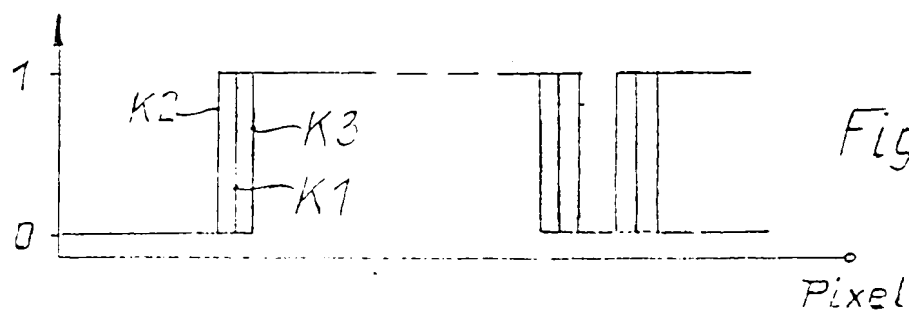
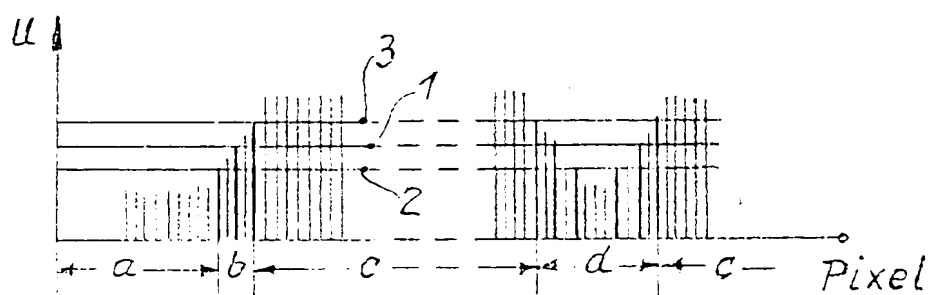


Fig. 3

Fig. 2

